

## Hasil, Kualitas Fisik Polong dan Biji Beberapa Genotipe Kacang Tanah menurut Ragam Lengas Tanah pada Fase Generatif

### *Pod Yield, Pod and Seed Physical Qualities of Several Groundnut Genotypes under Various Soil Water Availabilities during Generative Growth Phase*

Agustina Asri Rahmianna\* dan Joko Purnomo

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi  
Jl. Raya Kendalpayak Km 8, P.O. Box 66 Malang 65101 Jawa Timur, Indonesia

Diterima 14 Oktober 2016/Disetujui 15 September 2017

#### ABSTRACT

Drought stress during generative stage affected pod yield, yield components, seed and pod qualities of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). The research was carried out to assess the effect of drought stress at various soil water availabilities during generative stage on pod yield, pod and seed physical qualities. The experiment was conducted at Muneng Experimental Farm, Probolinggo District during July-October 2012. Five genotypes were arranged in a RCB design, with 3 replicates. The replications were nested into four treatments of soil water availability (0-100, 0-85, 0-70, 0-55 days after sowing/DAS). The pods were harvested at 102 days after sowing. The result showed that the shorter the water availability, the lower the leaf relative water content, pod and seed water contents, number of mature pods, seed size, and intact seeds weight. Pod yield reduced when water was available upto 55 DAS only. Turangga variety had the highest pod yield (1.626 ton ha<sup>-1</sup>) with low pod and seed physical qualities. GH-51 yielded in 1.076 ton ha<sup>-1</sup> with superior pod and seed physical qualities. Despite of its lowest pod yield (0.964 ton ha<sup>-1</sup>), J-11 produced the same pod and seed physical qualities as GH 51 did. ICGV 86590 was superior on its pod yield (1.338 ton ha<sup>-1</sup>) with low pod and seed physical qualities. Kancil variety did not perform any superiority.

Keywords: intact seeds, leaf relative water content, pod moisture content, seed moisture content

#### ABSTRAK

Ketersediaan lengas tanah tidak tepat waktu dan jumlah pada fase generatif tanaman mempengaruhi hasil, komponen hasil, kualitas polong dan biji kacang tanah. Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh cekaman kekeringan pada fase generatif terhadap hasil dan kualitas fisik polong dan biji. Penelitian dilaksanakan di KP Muneng, Probolinggo pada bulan Juli-Oktober tahun 2012. Lima perlakuan genotipe disusun dalam RAK, tiga ulangan. Ulangan tersarang di dalam empat lingkungan ketersediaan lengas tanah (tersedia dari 0-100, 0-85, 0-70, 0-55 hari setelah tanam/HST). Panen dilakukan pada 102 HST. Hasil menunjukkan bahwa kandungan air relatif pada daun, kualitas fisik polong dan biji semakin berkurang dengan semakin lama tanaman tercekam kekeringan dari 17-47 hari, dan sebaliknya untuk kekerasan polong. Varietas Turangga menghasilkan polong terbanyak: 1.626 ton ha<sup>-1</sup> namun bobot biji keriput dan jumlah polong berisi biji keriput tinggi. GH-51 menghasilkan polong 1.076 ton ha<sup>-1</sup> dengan jumlah polong berisi biji bernas dan persentase bobot biji bernas tertinggi. J-11 menghasilkan polong paling rendah (0.964 ton ha<sup>-1</sup>) namun persentase bobot biji bernas dan jumlah polong berisi biji bernas sebanding GH 51. ICGV 86590 unggul hasil polongnya (1.338 ton ha<sup>-1</sup>) namun jumlah polong berbiji rusak dan bobot biji rusak tertinggi. Varietas Kancil tidak memberikan keunggulan hasil dan kualitas fisik polong dan bijinya.

Kata kunci: biji bernas, kadar air biji, kadar air polong, kandungan air relatif daun

#### PENDAHULUAN

Hampir seluruh kacang tanah di Indonesia digunakan sebagai bahan pangan dalam bentuk aneka produk olahan.

Kacang tanah di tingkat usahatani merupakan komoditas penghasil uang tunai. Oleh karena itu, mutu menjadi hal sangat penting untuk diperhatikan. Pemerintah Republik Indonesia, melalui Dewan Standarisasi Nasional telah menetapkan standar mutu fisik kacang tanah polong (gelondong) dan biji (ose) yang dituangkan dalam SNI 01-3921-1995 (DSN, 1995).

\* Penulis untuk korespondensi. e-mail: [aa.rahmianna@litbang.pertanian.go.id](mailto:aa.rahmianna@litbang.pertanian.go.id)

Kondisi fisik polong dan biji sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan abiotik dan biotik mulai dari prapanen, pascapanen, hingga di sepanjang rantai perdagangan. Salah satu faktor abiotik yaitu cekaman kekeringan sangat berpengaruh antara lain pada pertumbuhan vegetatif, saat berbunga, pembentukan polong, dan pengisian biji (Umar, 2006; Puangbut *et al.*, 2009; Nilanthi *et al.*, 2015). Selain itu, cekaman kekeringan pada fase generatif menyebabkan penurunan jumlah polong isi, hasil polong/tanaman, dan hasil biji/tanaman. Mutu fisik biji makin rendah dengan makin panjangnya interval waktu dari saat panen hingga sampai ke tangan konsumen akhir untuk dikonsumsi (Rahmianna *et al.*, 2007).

Selain saat ketersediaan, jumlah lengas tanah yang tersedia di daerah perakaran juga mempengaruhi pertumbuhan dan hasil polong. Ketersediaan lengas tanah 25-50% kapasitas lapang selama masa pertumbuhan tanaman menurunkan bobot biomas, hasil polong, hasil dan bobot 100 biji, serta jumlah biji per tanaman (Vorasoot *et al.*, 2003). Selain itu, cekaman kekeringan dengan kandungan air di dalam tanah hanya 30% air tersedia mulai fase tumbuh R<sub>7</sub> sampai panen juga menurunkan serapan hara N, P, K, Ca, dan Mg oleh akar tanaman (Htoon *et al.*, 2014). Ketersediaan air pada waktu dan/atau jumlah yang tidak tepat berakibat pada penurunan hasil polong. Aminifar *et al.* (2013) menyimpulkan bahwa cekaman kekeringan berkaitan erat dengan status hubungan air-tanah-tanaman, fotosintesis, penyerapan hara mineral, dan metabolisme tanaman, yang semuanya bermuara pada terjadinya gangguan pertumbuhan dan hasil tanaman. Cekaman kekeringan pada tanaman kedelai menurunkan bobot kering akar dan tajuk, laju asimilasi bersih, jumlah bintil akar efektif, bobot kering biji per tanaman dan bobot 100 biji (Hasanah dan Rahmawati, 2014).

Sebanyak 39 varietas unggul kacang tanah telah dilepas oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia hingga tahun 2016. Varietas-varietas tersebut mempunyai beragam keunggulan, antara lain tahan terhadap cekaman abiotik (misal kekeringan, lahan masam, lahan kahat hara besi), cekaman biotik (penyakit daun, layu, jamur *Aspergillus flavus*), dan beradaptasi pada lingkungan khusus (naungan, lahan kering iklim kering) (Balitkabi, 2016). Penggunaan varietas unggul merupakan komponen teknologi yang paling mudah diadopsi petani dan paling murah karena berperan mengurangi masukan teknologi pada saat budidaya. Mengingat pentingnya kualitas fisik polong dan biji, maka penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh cekaman kekeringan pada fase generatif tanaman dari berbagai waktu terhadap kualitas hasil kacang tanah.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Muneng, Kabupaten Probolinggo, Provinsi Jawa Timur mulai bulan Juli sampai Oktober tahun 2012, pada lahan bertipe iklim D3 menurut Oldeman (Harmoni, 2014). Selama penelitian berlangsung tidak terjadi hujan sehingga sumber air hanya berasal dari pengairan. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok satu perlakuan dengan tiga ulangan.

Ulangan tersarang di dalam lingkungan ketersediaan lengas tanah. Perlakuan yang diuji adalah lima genotipe kacang tanah yaitu: 1) Genotipe J-11: biji tahan kolonisasi jamur *A. flavus* secara *in-vitro*, 2) Genotipe GH 51: tahan kekeringan, tahan infeksi jamur *A. flavus* pada biji, aflatoxin rendah; 3) Var. Kancil: toleran penyakit karat dan bercak daun, toleran klorosis, 4) Var. Turangga: tahan penyakit layu, agak tahan karat, bercak daun dan *A. flavus*, toleran kekeringan dan naungan, 5) ICGV 86590: tahan penyakit karat dan toleran penyakit bercak daun, masing-masing genotipe memiliki ketebalan kulit polong 0.11 mm, 0.15 mm, 0.15 mm, 0.17 mm dan 0.14 mm. Perlakuan empat lingkungan lengas tanah yang diuji adalah 1) air tersedia sepanjang masa pertumbuhan tanaman, 0-100 hari setelah tanam (HST), 2) air tersedia mulai 0-85 HST, 3) air tersedia mulai 0-70 HST, dan 4) air tersedia mulai 0-55 HST. Untuk menjamin air tetap tersedia, dilakukan pengairan dengan sistem penggenangan air setinggi sekitar 5 cm pada seluruh permukaan lahan perlakuan selama 6 jam. Pengairan dilakukan dengan interval 15 hari sekali, dan pengairan terakhir berturut-turut dilaksanakan pada 100, 85, 70, dan 55 HST masing-masing untuk perlakuan 1, 2, 3 dan 4. Setelah itu tanah dibiarkan mengering sehingga secara berangsur air menjadi tidak tersedia bagi tanaman hingga panen. Kadar air tanah setelah perlakuan irigasi terakhir pada perlakuan 1, 2, 3 dan 4 dan kadar air saat panen dicantumkan pada Tabel 1. Mulai dari tanam pada tanggal 1 Juli hingga panen pada tanggal 11 Oktober tidak terjadi hujan. Satu perlakuan lingkungan ketersediaan lengas tanah ditanam pada satu petak berukuran 25 m x 25 m. Pemupukan 50 kg Urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl ha<sup>-1</sup> ditaburkan di dalam alur sepanjang barisan tanaman pada saat tanam. Pengendalian organisme pengganggu (gulma, hama dan penyakit) dilakukan dengan intensif. Panen dilakukan pada umur 102 hari. Segera setelah panen, polong dirontokkan.

Pengamatan *relative water content* (RWC, kandungan air relatif) pada daun dilakukan dua hari menjelang panen berdasar kandungan air sesaat dibagi kandungan air maksimal. Kadar air tanah diukur sesaat sebelum dan setelah pengairan (gravimetri). Pada setiap kali sebelum dan 4-5 jam sesudah pengairan pada setiap perlakuan, diambil contoh tanah dengan kedalaman hingga 20-25 cm pada lima titik diagonal untuk setiap lingkungan ketersediaan lengas tanah. Dari contoh tanah tersebut, ditimbang 10 gram contoh tanah, dikeringkan dalam oven suhu 105 °C selama 24 jam. Setelah didinginkan di dalam eksikator, contoh tanah ditimbang. Kadar air tanah dihitung berdasar rumus (Balai Penelitian Tanah, 2005): Kadar air tanah (%): (Kehilangan bobot/Bobot kering contoh tanah) x 100. Kehilangan bobot adalah bobot air yang hilang menguap. Kapasitas lapang dan titik layu permanen diketahui dengan *pressure plate apparatus* di Laboratorium Fisika Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Pengamatan jumlah polong isi, bobot polong segar dan polong kering per tanaman saat panen dilaksanakan pada 10 tanaman contoh, sedangkan untuk produksi polong dan jumlah tanaman dipanen pada ubinan 10 m<sup>2</sup>. Kualitas fisik polong yang diamati adalah kekerasan kulit polong saat panen (alat Instron), kadar air polong saat panen (gravimetri), jumlah

polong berisi biji bernas, biji keriput dan biji rusak (diamati pada 100 polong kering). Parameter kualitas fisik biji yang diamati adalah kadar air biji saat panen (gravimetri); bobot 100 biji; bobot biji bernas, bobot biji keriput, dan bobot biji rusak (diamati pada 250 g polong kering). Kriteria untuk biji bernas, keriput, dan rusak mengikuti Rahmianna *et al.* (2007). Data yang terkumpul dianalisis varian untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diuji pada parameter yang diamati. Analisis BNT (beda nyata terkecil) pada taraf 5% digunakan untuk mengetahui tingkat perbedaan respon pengaruh perlakuan terhadap kontrol. Analisis Duncan digunakan untuk mengetahui beda nyata antar kombinasi perlakuan ketika terjadi interaksi antara dua perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Lengas Tanah

Lahan percobaan berkelas tekstur *silt loam* (kandungan pasir, debu, dan liat masing-masing 29, 54 dan 17%; Laboratorium Fisika, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya), kandungan lengas tanah mulai 55-100 HST ternyata masih tersedia bagi tanaman hingga pengairan berikutnya yang dilakukan dengan interval 15 hari sekali (Tabel 1). Sebaliknya, pengairan terakhir pada 55, 70, dan 85 HST kemudian tanah pada masing-masing perlakuan dibiarkan mengering, telah menyebabkan kandungan lengas tanah di bawah titik layu permanen. Hal ini menyebabkan tanaman tercekam kekeringan selama 17 hingga 47 hari menjelang panen yang dilakukan pada 102 HST (Tabel 1).

### Analisis Ragam

Perlakuan ketersediaan lengas tanah dan genotipe secara terpisah berpengaruh nyata pada sebagian besar peubah yang diamati, sedangkan interaksi kedua perlakuan berpengaruh nyata hanya pada jumlah polong berisi biji rusak, bobot biji bernas dan biji rusak, serta kadar air biji saat panen (Tabel 2). Keragaman hasil polong per hektar lebih dipengaruhi oleh genotipe tanaman. Selain itu, genotipe juga memberikan kontribusi keragaman terbesar untuk jumlah polong isi dan bobot polong kering per tanaman, bobot biji keriput dan bobot 100 biji (Tabel 3). Ketersediaan lengas tanah merupakan penyumbang terbesar terhadap keragaman untuk kandungan air relatif daun, kekerasan kulit polong,

jumlah polong berisi biji bernas dan keriput, bobot biji bernas, dan kadar air polong dan biji saat panen (Tabel 3). Secara ringkas, karakter polong lebih dipengaruhi oleh lingkungan ketersediaan lengas tanah, sedangkan hasil, komponen hasil, dan sifat fisik biji lebih dipengaruhi oleh genotipe. Kedua perlakuan dan interaksinya tidak berpengaruh nyata pada jumlah tanaman dipanen. Tidak terdapat korelasi antara jumlah tanaman dipanen dengan hasil polong (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan hasil polong per hektar tidak disebabkan oleh jumlah tanaman dipanen, namun oleh kedua perlakuan (Tabel 2).

### Hasil Polong Kering Kacang Tanah

Hasil polong kacang tanah dipengaruhi oleh ketersediaan lengas tanah dan genotipe secara terpisah, sedangkan interaksi kedua perlakuan tidak mempengaruhi hasil polong (Tabel 2). Perlakuan genotipe memberikan kontribusi keragaman (41.79%) lebih tinggi dari perlakuan ketersediaan lengas tanah sebesar 24.69% (Tabel 3). Dengan demikian keragaman hasil polong per hektar lebih dipengaruhi oleh genotipe tanaman seperti pada uji adaptabilitas galur-galur padi gogo (Purbokurniawan *et al.*, 2014). Hasil polong kering per hektar berkorelasi positif nyata dengan bobot polong kering per tanaman ( $r = 0.411^{**}$ ), bobot 100 biji ( $r = 0.306^{**}$ ), dan berkorelasi negatif nyata dengan kadar air polong saat panen ( $r = -0.261^{*}$ ). Bobot polong per tanaman berkorelasi positif dengan jumlah polong isi per tanaman dengan  $r = 0.53^{**}$  (Tabel 4).

Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil polong kering varietas Turangga dan ICGV 86590 yang bertipe tumbuh Valencia (masing-masing 1.626 ton ha<sup>-1</sup> dan 1.338 ton ha<sup>-1</sup>) nyata lebih tinggi dari hasil polong genotipe J-11, GH 51, dan var. Kancil (masing-masing 0.964 ton ha<sup>-1</sup>, 1.076 ton ha<sup>-1</sup>, dan 1.076 ton ha<sup>-1</sup>) yang bertipe tumbuh Spanish. Tipe Valencia mempunyai potensi hasil lebih tinggi daripada tipe Spanish (Balitkabi, 2016). Hasil polong tertinggi pada var. Turangga (1.626 ton ha<sup>-1</sup>) didukung oleh bobot polong kering per tanaman yang tertinggi, 13.917 g (Tabel 5). Sebaliknya, genotipe J-11 menghasilkan polong kering per hektar paling rendah (0.964 ton ha<sup>-1</sup>) juga didukung dengan bobot polong kering per tanaman yang paling rendah (9.867 g) meskipun jumlah polong isi per tanaman paling tinggi (Tabel 5).

Tabel 1. Kandungan lengas tanah sesaat sebelum dan sesudah pengairan pada perlakuan tingkat ketersediaan lengas tanah pada beberapa saat pengairan di Kebun Percobaan Muneng, musim tanam Juli-Oktober, 2012

Periode ketersediaan lengas tanah (HST)	55 HST		70 HST		85 HST		100 HST		102 HST
	BI	SI	BI	SI	BI	SI	BI	SI	Panen
0 – 100	26.3	45.5	27.2	45.5	29.4	45.2	23.5	37.8	28.40
0 – 85	27.5	51.1	19.1	51.1	24.9	38.0		17.8	7.82
0 – 70	28.3	46.7	22.4	46.7		6.8		6.2	7.11
0 – 55	25.6	42.2		12.1		7.0		6.5	7.22

Keterangan: Kadar air tanah pada kapasitas lapang: 43.4%, pada titik layu permanen: 20.1% (basis berat). BI: sebelum irigasi, SI: sesudah irigasi.

Tabel 2. Kuadrat tengah untuk hasil dan komponen hasil, sifat fisik polong dan biji kacang tanah pada perlakuan ketersediaan lengas tanah, genotipe, dan interaksinya di Kebun Percobaan Muneng, musim tanam Juli-Oktober 2012

Parameter	Kuadrat tengah		
	Ketersediaan lengas tanah	Genotipe	Lengas tanah x genotipe
Kandungan air relatif pada daun	4,177.793**	195.206**	56.087tn
Jumlah polong isi/tanaman	16.548tn	25.758*	4.703tn
Bobot polong kering/tanaman	7.425tn	35.624*	10.738tn
Jumlah tanaman dipanen	186.444tn	193.942tn	211.986tn
Hasil polong kering per hektar	0.675**	0.857**	0.082tn
Kekerasan kulit polong	0.951**	0.473**	0.036tn
Kadar air polong saat panen	1,132.898*	117.650tn	206.787tn
Jumlah polong berisi biji bernas	3,463.720**	1,510.620**	76.763tn
Jumlah polong berisi biji keriput	3,138.982**	1,164.955**	145.565tn
Jumlah polong berisi biji rusak	85.404tn	412.612**	157.315**
Bobot biji bernas	1,612.313**	928.689**	378.456**
Bobot biji keriput	449.865**	542.732**	135.392tn
Bobot biji rusak	763.018*	323.030**	643.235**
Bobot 100 biji	92.930*	87.524**	11.818tn
Kadar air biji saat panen	487.139**	87.063**	26.608**

Keterangan: \*, \*\* berpengaruh nyata pada batas peluang 0.05 dan 0.01; tn: tidak nyata menurut uji F.

Tabel 3. Jumlah kuadrat dan kontribusi terhadap keragaman dari perlakuan ketersediaan lengas tanah, genotipe dan interaksinya pada hasil dan komponen hasil, sifat fisik polong dan biji di Kebun Percobaan Muneng, musim tanam Juli-Oktober 2012

	Jumlah kuadrat				Kontribusi terhadap keragaman (%) <sup>*)</sup>		
	Lingkungan (L)	Genotipe (G)	L x G	Total	Lingkungan (L)	Genotipe (G)	L x G
Kandungan air relatif pada daun	12,533.380	780.825	673.045	1,6078.300	77.95	4.86	4.19
Jumlah polong isi/tanaman	49.643	103.031	56.431	511.584	9.70	20.14	11.03
Bobot polong kering/tanaman	22.275	142.496	128.859	730.909	3.05	19.50	17.63
Jumlah tanaman dipanen	559.333	775.767	2,543.833	1,1490.930	4.87	6.75	22.14
Hasil polong kering per hektar	2.024	3.426	0.987	8.199	24.69	41.79	12.04
Kekerasan kulit polong	2.852	1.892	0.438	7.622	37.42	24.82	5.75
Kadar air polong saat panen	3,398.694	470.601	2,481.441	11,611.300	29.27	4.05	21.37
Jumlah polong berisi biji bernas	10,391.160	6,042.481	921.151	20,619.370	50.40	29.30	4.47
Jumlah polong berisi biji keriput	9,416.947	4,659.820	1,746.781	18,849.610	49.96	24.72	9.27
Jumlah polong berisi biji rusak	256.213	1,650.450	1,887.785	4,850.467	5.28	34.03	38.92
Bobot biji bernas	4,836.940	3,714.757	4,541.469	15,890.630	30.44	23.38	28.58
Bobot biji keriput	1,349.595	2,170.927	1,624.704	8,126.351	16.61	26.71	19.99
Bobot biji rusak	2,289.055	1,292.121	7,718.824	13,708.150	16.70	11.85	56.31
Bobot 100 biji	278.789	350.096	141.812	1,103.197	25.27	31.73	12.85
Kadar air biji saat panen	1,461.418	348.250	319.292	2,373.739	61.57	14.67	13.45

Keterangan: \*) Kontribusi terhadap keragaman dihitung berdasar rumus: (jumlah kuadrat “ketersediaan lengas tanah” atau “genotipe” x 100) / jumlah kuadrat total

Tabel 4. Koefisien korelasi antar hasil polong, komponen hasil, sifat fisik polong dan biji, serta kandungan air relatif pada daun

	RWC	JPI	BPK	HPK	KKP	JPB	JPK	JPR	SMK	SHV	BB
RWC	--										
JPI		--									
BPK		0.530**	--								
HPK			0.411**	--							
KKP	-0.475**				--						
KAP		-0.290*		-0.261*							
JPB	0.266*	0.367**			-0.460**	--					
JPK	-0.338**	-0.307*			0.551**	-0.878**	--				
JPR						-0.331**		--			
SMK					-0.297*	0.781**	-0.603**	-0.421**	--		
SHV		-0.253*			0.287*	-0.599**	0.732**		-0.454**	--	
DMG						-0.379**		0.613**	-0.727**	-0.282*	
BB				0.306*	-0.272*	0.327*	-0.352**		0.439**	-0.290*	--
KAB	0.820**				-0.355**		-0.302*				0.321*

Keterangan: RWC: Kandungan air relatif pada daun; JPI: Jumlah polong isi/tanaman; BPK: Bobot polong kering/tanaman; HPK: Hasil polong kering per hektar; KKP: Kekerasan kulit polong; KAP: Kadar air polong saat panen; JPB: Jumlah polong berisi biji bernas; JPK: Jumlah polong berisi biji keriput; JPR: Jumlah polong berisi biji rusak; SMK: Bobot biji bernas; SHV: Bobot biji keriput; DMG: Bobot biji rusak; BB: Bobot 100 biji; KAB: Kadar air biji saat panen.

Air yang tersedia di dalam tanah dari 0-100 HST dan dari 0-55 HST memberikan hasil polong kering rata-rata 1.034 ton ha<sup>-1</sup>; lebih rendah dari rata-rata hasil polong (1.398 ton ha<sup>-1</sup>) ketika ketersediaan lengas tanah antara 0-70 HST dan 0-85 HST (Tabel 6). Dengan kata lain, dibutuhkan lahan yang mengering selama 17-32 hari menjelang panen untuk meningkatkan hasil polong 26%. Rendahnya hasil polong pada perlakuan ketersediaan lengas tanah 0-55 HST karena tingginya persentase jumlah polong berisi biji keriput dan rendahnya persentase jumlah polong berisi biji bernas, serta rendahnya kadar air polong. Sedangkan rendahnya hasil polong pada perlakuan ketersediaan lengas tanah 0-100 HST karena tingginya kadar air polong saat panen (Tabel 6) yang akan menguap ketika polong dikeringkan.

#### Sifat Fisik Polong

Ketersediaan lengas tanah berkontribusi lebih besar dibanding genotipe pada keragaman sifat fisik polong: kekerasan kulit polong, jumlah polong berisi biji bernas dan jumlah polong berisi biji keriput, serta kadar air polong saat panen (Tabel 3). Ketidaktersediaan lengas tanah mengakibatkan kulit polong bertambah keras dengan mengikuti persamaan  $y = -0.032 x^2 + 0.347 x + 1.577$ ,  $R^2 = 0.92$  \*\*, sehingga untuk retak (*crack*) membutuhkan beban lebih besar, dari rata-rata 1.99 kg saat air tersedia dari 0-100 HST menjadi 2.42 kg ketika air tanah tersedia hingga 55 HST saja (Tabel 6).

Tabel 5. Hasil polong dan komponen hasil beberapa genotipe kacang tanah di Kebun Percobaan Muneng, musim tanam Juli-Oktober 2012

Genotipe	Hasil polong kering (ton ha <sup>-1</sup> ) <sup>a)</sup>	Jumlah polong isi per tanaman	Bobot polong kering per tanaman (g)
J-11	0.964c	13.95a	9.867b
GH 51	1.076c	12.80ab	11.783ab
Kancil	1.076c	10.72b	9.783b
Turangga	1.626a	11.03b	13.917a
ICGV 86590	1.338b	10.70b	12.083ab
BNT	0.235	2.208	2.527
Probabilitas	**	*	*

Keterangan: <sup>a)</sup> = pada kadar air 12%. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha = 1\%$  (\*\*) dan  $5\%$  (\*)

Tabel 6 juga menginformasikan bahwa ketersediaan lengas tanah mulai 0-85 HST dan setelah itu tanah mengering hingga panen, memberikan jumlah polong yang berisi biji bernas tertinggi (68.2%), jumlah polong berisi biji keriput paling rendah (20.83%), kulit polong tidak terlalu keras ketika dikupas (2.06 kg), dan kadar air polong tidak terlalu rendah (32%). Ketika fase pengisian polong dan pemasakan biji berlangsung pada kondisi kering karena air hanya tersedia hingga 55 HST, maka polong menjadi paling keras (2.42 kg), kadar air polong paling rendah (23.1%), jumlah polong berisi biji bernas juga paling rendah (32.4%) karena lebih dari 50% jumlah polong berisi biji keriput (Tabel 6). Ternyata kekerasan kulit polong berkorelasi negatif dengan jumlah polong berisi biji bernas ( $r = -0.46^{**}$ ), bobot biji bernas ( $r = -0.297^{**}$ ), bobot 100 biji ( $r = -0.272^*$ ), kadar air biji ( $r = -0.355^{**}$ ), dan berkorelasi positif dengan jumlah polong berisi biji keriput ( $r = 0.551^{**}$ ), dan bobot biji keriput ( $r = 0.287^*$ ).

Ketersediaan lengas tanah berinteraksi dengan genotipe untuk peubah jumlah polong berisi biji rusak (Tabel 2). Tabel 7 menginformasikan bahwa genotipe J-11, GH 51, var. Kancil dan Turangga pada semua tingkat ketersediaan lengas tanah mempunyai jumlah polong berisi biji rusak yang tidak berbeda nyata, antara 3.87-15.11%. Sedangkan ICGV 86590 memiliki jumlah polong berisi biji rusak nyata

lebih tinggi, masing-masing 36.1 dan 31.15%. Pada kondisi ekstrim kering dan ekstrim basah. Dapat disimpulkan bahwa kualitas fisik polong ICGV 86590 peka terhadap kelebihan dan kekurangan air, sedangkan J-11, GH 51, var. Kancil dan Turangga lebih tahan kondisi fisik polongnya.

#### Sifat Fisik Biji

Keragaman bobot biji bernas dan kadar air biji saat panen lebih dipengaruhi oleh tingkat ketersediaan lengas tanah (Tabel 3). Sama seperti sifat fisik polongnya, tanaman kacang tanah dengan ketersediaan lengas tanah hanya sampai 55 HST menghasilkan bobot biji bernas dan kadar air biji saat panen nyata paling rendah, masing-masing 41.31% dan 26.71% (Tabel 8). Penurunan kadar air biji saat panen sejalan dengan semakin berkurangnya ketersediaan lengas tanah mengikuti persamaan  $y = -0.8 x^2 + 0.406 x + 37.62$ ,  $R^2 = 0.980^{**}$ .

Keragaman bobot biji keriput dan bobot 100 biji lebih dipengaruhi oleh genotipe (Tabel 3). Genotipe J-11 memiliki bobot 100 biji terkecil dibanding empat genotipe yang lain (Tabel 9) meskipun kelima genotipe masuk ke dalam kriteria berbiji kecil karena bobot 100 biji  $< 40$  g (TPPV, 2013). Pada penelitian ini, bobot 100 biji var. Turangga lebih kecil dari deskripsinya yang dikelompokkan berbiji sedang

Tabel 6. Sifat fisik polong pada beberapa tingkat ketersediaan lengas tanah di Kebun Percobaan Muneng, musim tanam Juli-Oktober 2012

Ketersediaan lengas tanah (HST)	Hasil polong kering ka 12% (ton ha <sup>-1</sup> )	Kekerasan kulit polong (kg)	Jumlah polong berisi biji bernas (%)	Jumlah polong berisi biji keriput (%)	Kadar air polong (% bb)
0 - 100	0.997b	1.92b	58.7b	27.42c	43.05a
0 - 85	1.400a	2.06b	68.2a	20.83c	32.98ab
0 - 70	1.396a	2.41a	51.1b	39.77b	26.97b
0 - 55	1.071b	2.42a	32.4c	53.64a	23.10b
BNT	0.254	0.155	8.836	11.21	12.73
Batas peluang	**	**	*	**	*

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha = 1\%$  (\*\*) dan  $5\%$  (\*)

Tabel 7. Jumlah polong berisi biji rusak pada beberapa genotipe dan tingkat ketersediaan lengas tanah di Kebun Percobaan Muneng, musim tanam Juli-Oktober 2012

Ketersediaan lengas tanah (HST)	Genotipe				
	J-11	GH 51	Var. Kancil	Var. Turangga	ICGV 86590
0 - 100	8.36b	8.63b	11.84b	9.28b	31.15a
0 - 85	8.71b	12.64b	14.81b	5.27b	12.99b
0 - 70	7.01b	13.23b	13.02b	3.87b	8.10b
0 - 55	6.64b	5.41b	6.41b	15.11b	36.10a
BNT	10.83				
Batas peluang	**				

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha = 1\%$  (\*\*) dan  $5\%$  (\*)

Tabel 8. Sifat fisik biji pada beberapa tingkat ketersediaan lengas tanah di Kebun Percobaan Muneng, musim tanam Juli-Oktober 2012

Ketersediaan lengas tanah (HST)	Bobot biji bernas (%)	Kadar air biji saat panen (% bb)
0 - 100	57.21a	39.67a
0 - 85	65.67a	36.02a
0 - 70	59.41a	30.86b
0 - 55	41.31b	26.71b
BNT	8.55	2.352
Batas peluang	**	**

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha = 1\%$  (\*\*)

( $\geq 40$ -55 g per 100 biji), karena var. Turangga memiliki persentase bobot biji keriput tertinggi (Tabel 9). Banyaknya biji keriput disebabkan alokasi asimilat lebih difokuskan ke tajuk tanaman daripada ke biji selama masa pertumbuhan generatif tanaman. Hal ini kemungkinan disebabkan waktu panen yang lebih cepat atau adanya masalah pembagian asimilat antara bagian vegetatif dan generatif (Purnamawati *et al.*, 2010). Sifat fisik biji yang berkorelasi dengan hasil polong kering per satuan luas hanya bobot 100 biji ( $r = 0.306^{**}$ ).

Analisis ragam menunjukkan adanya interaksi antara ketersediaan lengas tanah dan genotipe pada kadar air biji saat panen (Tabel 2). Kelima genotipe menunjukkan pola sama yaitu kadar air biji semakin rendah dengan semakin lamanya periode ketidakterediaan lengas tanah pada fase generatif tanaman (Gambar 1). Ketika air tersedia sepanjang masa pertumbuhan tanaman (0-100 HST) kadar air biji hampir sama tinggi pada kelima genotipe. Ketika lengas tanah hanya tersedia dari 0-55 HST dan 0-70 HST, kadar air biji var. Turangga dan ICGV 86590 jauh lebih tinggi

Tabel 9. Sifat fisik biji pada beberapa genotipe di Kebun Percobaan Muneng, musim tanam Juli-Oktober 2012

Genotipe	Bobot biji keriput (%)	Bobot 100 biji (g)
J-11	21.0b	30.1b
GH 51	14.6b	37.3a
Kancil	23.6ab	35.6a
Turangga	33.3a	35.2a
ICGV 86590	23.6ab	34.4a
BNT	10.04	2.893
Batas peluang	**	**

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha = 1\%$  (\*\*)

dari ketiga genotipe yang lain, terutama bila dibandingkan dengan kadar air biji genotipe J-11 yang sangat rendah (Gambar 1).

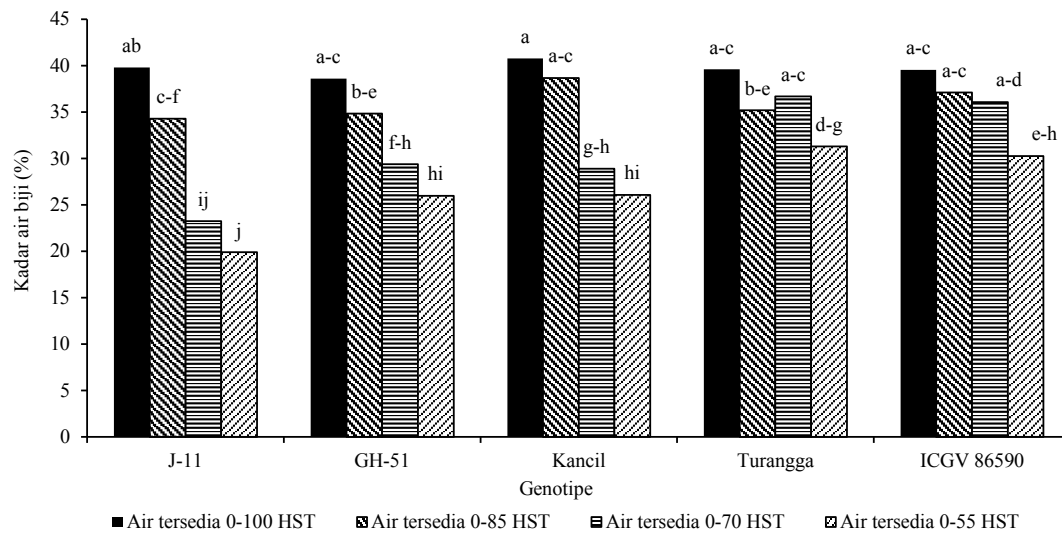
Analisis ragam juga menunjukkan adanya interaksi antara ketersediaan lengas tanah dan genotipe pada persentase bobot biji bernas dan persentase bobot biji rusak (Tabel 2). Pada ketersediaan lengas tanah 0-100 HST, persentase bobot biji bernas var. Turangga nyata paling rendah dari keempat genotipe yang lain. Hal yang sama juga terjadi ketika ketersediaan lengas tanah hanya sampai 55 HST pada var. Turangga dan ICGV 86590 (Gambar 2). Rendahnya persentase bobot biji bernas tersebut disebabkan oleh tingginya persentase bobot biji rusak pada var. Turangga dan terutama pada ICGV 86590 (Gambar 3). Ternyata terdapat korelasi negatif nyata antara bobot biji bernas dan bobot biji rusak ( $r = -0.727^{**}$ ). Dengan kata lain bahwa proses pengisian polong pada var. Turangga dan ICGV 86590 sangat dipengaruhi oleh ketersediaan lengas tanah di daerah polong.

#### Kandungan Air Relatif (Relative Water Content, RWC) Daun

Kandungan air relatif pada daun merupakan salah satu parameter fisiologi utama tanaman yang berhubungan langsung dengan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan (Rahimi *et al.*, 2010; Shinde dan Laware, 2014), dan merupakan salah satu kriteria seleksi dalam kegiatan pemuliaan tanaman toleran kekeringan (Kalariya *et al.*, 2015). Pada penelitian ini RWC berkorelasi positif dengan kadar air biji saat panen ( $r = 0.82^{**}$ ), jumlah polong berisi biji bernas ( $r = 0.266^{*}$ ) dan berkorelasi negatif dengan kekerasan kulit polong ( $r = -0.475^{**}$ ) dan jumlah polong berisi biji keriput ( $r = -0.338^{**}$ ).

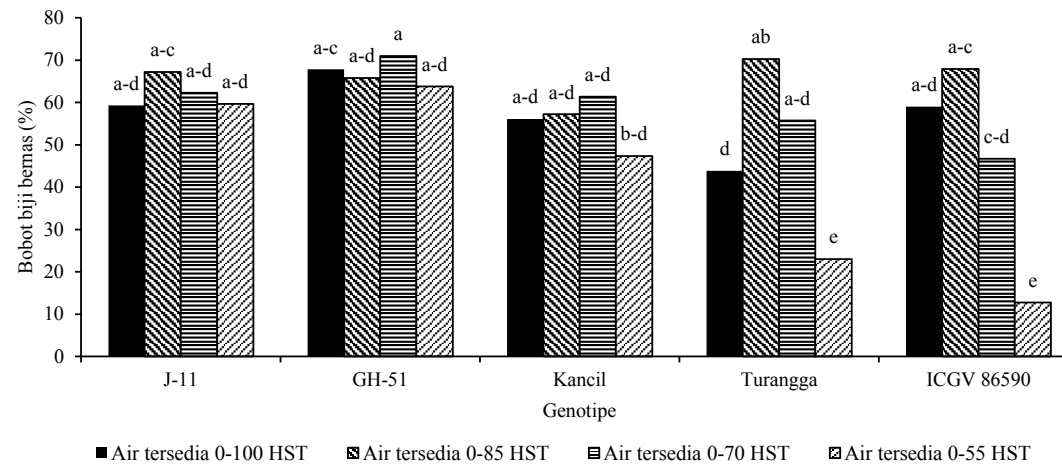
Ketersediaan lengas tanah berkontribusi besar (77.95%) pada keragaman nilai RWC (Tabel 3). Semakin lama tanaman kacang tanah tercekam kekeringan maka semakin rendah kandungan lengas tanah dan semakin rendah nilai RWC daun (Tabel 10); seperti juga dilaporkan penelitian lain (Umar, 2006; Nautiyal *et al.*, 2008; Vurayai *et al.*, 2011; Htoon *et al.*, 2014; Shinde dan Laware, 2014; Kalariya *et al.*, 2015). Nilai RWC daun tertinggi (88%) dicapai ketika air selalu tersedia cukup sepanjang masa pertumbuhan tanaman (0-100 HST), dan turun menjadi 67% dan 51% ketika air hanya tersedia selama 0-85 HST dan 0-55 HST, atau tanaman tercekam kekeringan selama 17 dan 47 hari menjelang panen. Nilai RWC daun  $\geq 85\%$  menunjukkan tanaman berada pada kondisi cukup air. Pada kondisi kekeringan, nilai RWC dapat turun hingga 60% atau lebih rendah (Clavel *et al.*, 2004; Rahimi *et al.*, 2010; Vurayai *et al.*, 2011; Shinde dan Laware, 2014; Chakraborty *et al.*, 2015). Penurunan nilai RWC ini berhubungan dengan penurunan penyerapan air oleh akar tanaman pada kondisi tanah yang semakin kering.

Genotipe yang tahan cekaman kekeringan umumnya mempunyai nilai RWC lebih tinggi daripada genotipe yang peka cekaman kekeringan (Madhusudhan dan Sudhakar, 2014; Ranganayakulu *et al.*, 2015). Ranganayakulu *et al.* (2015) melaporkan bahwa setiap varietas memiliki



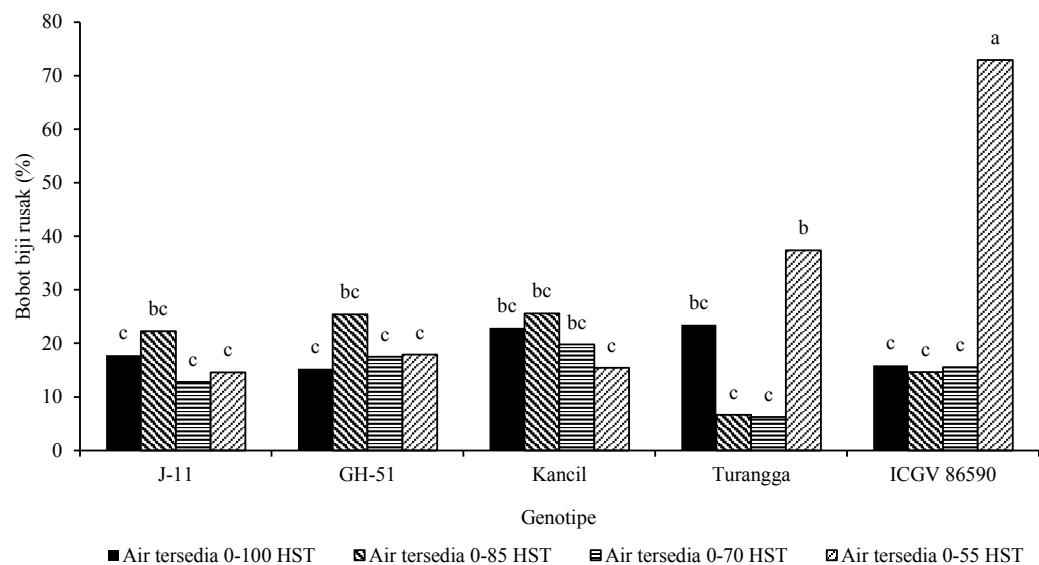
Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan

Gambar 1. Kadar air biji saat panen lima genotipe kacang tanah pada beragam ketersediaan lengas tanah



Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan

Gambar 2. Persentase bobot biji bermas lima genotipe kacang tanah pada beragam ketersediaan lengas tanah



Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan

Gambar 3. Persen bobot biji rusak lima genotipe kacang tanah pada beragam ketersediaan lengas tanah



Tabel 10. Kandungan air relatif pada daun di beberapa kondisi lengas tanah. Kebun Percobaan Muneng, musim tanam Juli-Oktober, 2012

Ketersediaan lengas tanah (HST)	Kandungan air relatif pada daun (RWC) (%)	Genotipe	Kandungan air relatif pada daun (RWC) (%)
0 - 100	88.4a	J-11	63.9ab
0 - 85	67.4b	GH 51	62.2b
0 - 70	54.9bc	Kancil	62.1b
0 - 55	51.6c	Turangga	69.8a
		ICGV 86590	70.1a
BNT	14.05		6.37
Batas peluang	**		**

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada  $\alpha = 1\%$  (\*\*)

perbedaan ketahanan terhadap cekaman kekeringan. Varietas tahan kekeringan mampu mempertahankan nilai RWC daun lebih tinggi dibanding varietas yang peka pada kondisi kekurangan air (Madhusudhan dan Sudhakar, 2014). Demikian pula penurunan nilai RWC daun lebih besar pada varietas peka dibanding pada varietas tahan (Rahimi *et al.*, 2010).

Nilai RWC tinggi karena adanya akumulasi senyawa *glycine betaine* yang terbentuk di dalam kloroplas yang peran utamanya untuk melindungi membran dan makromolekul dari pengaruh yang merusak karena cekaman kekeringan. Varietas tahan mengandung *glycine betaine* lebih banyak dari varietas peka cekaman kekeringan (Ranganayakulu *et al.*, 2015). Selain *glycine betaine*, cekaman kekeringan juga meningkatkan kandungan proline, bahkan hingga 4-6 kali lipat, dibanding kandungannya pada tanaman yang tidak terdara kekeringan. Kekeringan pada fase vegetatif meningkatkan kandungan proline paling tinggi, dan sebaliknya ketika kekeringan terjadi pada fase pengisian polong (Vurajai *et al.*, 2011).

## KESIMPULAN

Hasil polong kacang tanah secara nyata dipengaruhi oleh ketersediaan lengas tanah dan macam genotipe secara sendiri-sendiri, dimana genotipe berkontribusi jauh lebih besar pada keragaman hasil polong. Varietas Turangga menghasilkan polong kering paling tinggi: 1.626 ton ha<sup>-1</sup>, nyata 21.5% lebih tinggi dari hasil polong ICGV 86590 (1.338 ton ha<sup>-1</sup>), sedangkan var. Kancil, GH 51 dan J-11 menghasilkan polong kering nyata paling rendah, berkisar antara 0.964-1.076 ton ha<sup>-1</sup>. Kondisi lahan yang mengering selama 17 sampai 32 hari memberikan hasil polong antara 1.396-1.4 ton ha<sup>-1</sup> atau meningkat rata-rata 26% dibanding ketika air tersedia sepanjang masa pertumbuhan tanaman. Keragaman sifat fisik polong (kekerasan kulit polong, kadar air polong saat panen, jumlah polong berisi biji bernaas dan keriput), dan keragaman sifat fisik biji (bobot biji bernaas dan kadar air biji saat panen) lebih didukung oleh ketersediaan lengas tanah. Karakter polong dan biji: kadar

air polong saat panen; jumlah polong berisi biji bernaas; kadar air biji saat panen; dan bobot biji bernaas semakin berkurang sejalan dengan semakin lama tanaman kacang tanah tercekam kekeringan mulai dari 17-47 hari menjelang panen atau semakin singkatnya air tersedia dari 85 menjadi 55 hari. Sebaliknya, kulit polong semakin keras dengan semakin lama tanaman kacang tanah tercekam kekeringan. Keragaman sifat fisik biji yaitu bobot biji keriput dan bobot 100 biji saat panen lebih didukung oleh genotipe, sedangkan keragaman bobot biji bernaas dan kadar air biji saat panen lebih didukung oleh ketersediaan lengas tanah. Dengan kondisi ketersediaan lengas tanah yang semakin berkurang menjadi hanya 55 hari, varietas Turangga dan ICGV 86590 yang bertipe Valencia mempunyai kadar air biji ketika panen lebih tinggi sehingga jumlah polong dengan biji rusak dan bobot biji rusak menjadi tinggi, dan sebaliknya untuk bobot biji bernaasnya. Sedangkan var. Kancil, GH 51 dan J-11 yang bertipe Spanish tidak mengalami peningkatan jumlah polong berbiji rusak, kadar air biji lebih rendah, bobot biji bernaas nyata lebih tinggi karena rendahnya bobot biji rusak dibanding keragaan genotipe bertipe tumbuh Valencia

## UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Sri Wiyono, Langgeng Sutrisno SP, Wido Sendiko yang telah membantu pelaksanaan penelitian di lapang dan kegiatan pengamatan di laboratorium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aminifar, J., M. Mousavinik, A. Sirousmehr. 2013. Grain yield improvement of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under drought stress conditions. *Int. J. Agric. Crop Sci.* 6:819-824.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Edisi Pertama. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.

- Balitkabi [Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian]. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang.
- Chakraborty, K., A.L. Singh, K.A. Kalariya, N. Goswami, P.V. Zala. 2015. Physiological responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars to water deficit stress: status of oxidative stress and antioxidant enzyme activities. *Acta. Bot. Croat.* 74:123-142.
- Clavel, D., B. Sarr, E. Marone, R. Ortiz. 2004. Potential agronomic and physiological traits of Spanish groundnut varieties (*Arachis hypogaea* L.) as selection criteria under end-of-cycle drought conditions. *Agron. Sustain. Dev.* 24:101-111.
- DSN [Dewan Standarisasi Nasional]. 1995. Standar mutu kacang tanah. SNI01-3921-1995. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Harmoni, K. 2014. Analisis persebaran iklim klasifikasi Oldeman di Provinsi Daerah Istimewa Jogjakarta. Skripsi S1. Fakultas Geografi, Univ. Muhammadiyah Surakarta.
- Hasanah, Y., N. Rahmawati. 2014. Produksi dan fisiologi kedelai pada kondisi cekaman kekeringan dengan aplikasi *Bradyrhizobium japonicum* yang diberi penginduksi Genistein. *J. Agron. Indonesia* 42:110-117.
- Htoon, W., S. Jogloy, N. Vorasoot, B. Toomsan, W. Kaewpradit, N. Puppala, A. Patanothai. 2014. Nutrient uptake and their contributions to yield in peanut genotypes with different levels of terminal drought resistance. *Turkish J. Agric. Forest.* 38:781-791.
- Kalariya, K.A., A.L. Singh, K. Chakraborty, C.B. Patel, P.V. Zala. 2015. Relative water content as an index of permanent wilting in groundnut under progressive water deficit stress. *Elect. J. Environ. Sci.* 8:17-22.
- Madhusudhan, K.V., C. Sudhakar. 2014. Water relations in the leaves of two high yielding groundnut cultivars subjected to drought stress. *Int. J. Sci. Res.* 3:48-49.
- Nautiyal, P.C., N.R. Rachaputi, Y.C. Joshi. 2008. Moisture-deficit-induced changes in leaf-water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. *Field Crop Res.* 74:67-79.
- Nilanthi, D., C.J. Alawathugoda, A.L. Ranawake. 2015. Effect of water stress on yield and some yield components of three selected oil crops; groundnut (*Arachis hypogaea* L.), sunflower (*Helianthus annuus* L.), and sesame (*Sesamum indicum* L.). *Int. J. Sci. Res. Pub.* 5:1-5.
- Puangbut, D., S. Jogloy, N. Vorasoot, C. Akkasaeng, T. Kesmla, A. Patanothai. 2009. Variability in yield responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes under early season drought. *Asian J. Plant Sci.* 8: 254-264.
- Purbokurniawan, B.S. Purwoko, D. Wirnas, I.S. Dewi. 2014. Potensi dan stabilitas hasil, serta adaptabilitas galur-galur padi gogo tipe baru hasil kultur anthera. *J. Agron. Indonesia* 42:9-16.
- Purnamawati, H., R. Poerwanto, I. Lubis, Yudiwanti, S.A. Rais, A.G. Manshuri. 2010. Akumulasi dan distribusi bahan kering pada beberapa kultivar kacang tanah. *J. Agron. Indonesia* 38:100-106.
- Rahimi, A., S. M. Hosseini, M. Pooryoosef, I. Fatch. 2010. Variation of leaf water potential, relative water content and SPAD under gradual drought stress and stress recovery in two medicinal species of *Plantago ovata* and *P. psyllium*. *Plant Ecophys.* 2:53-60.
- Rahmianna, A.A., E. Yusnawan, A. Taufiq. 2007. Cemaran aflatoxin B<sub>1</sub> pada kacang tanah yang diperdagangkan di sentra produksi Banjarnegara. *J. Penel. Pert. Tan. Pangan* 26:137-144.
- Ranganayakulu, G.S., C. Sudhakar, R.P. Sivakumar. 2015. Effect of water stress on proline metabolism and leaf relative water content in two high yielding genotypes of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) with contrasting drought tolerance. *J. Exp. Biol. Agric. Sci.* 3:97-103.
- Shinde, B.M., S.L. Laware. 2014. Screening of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) varieties for drought tolerance through physiological indices. *J. Environ. Res. Dev.* 9:375-381.
- TPPV [Tim Penilai dan Pelepas Varietas]. 2013. Petunjuk Teknis Penyusunan Deskripsi Varietas Tanaman Pangan. Badan Benih Nasional. Kementerian Pertanian.
- Umar, S. 2006. Alleviating adverse effects of water stress on yield of sorghum, mustard and groundnut by potassium application. *Pak. J. Bot.* 38:1373-1380.
- Vorasoot, N., P. Songsri, C. Akkasaeng, S. Jogloy, and A. Patanothai. 2003. Effect of water stress on yield and agronomic characters of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 25:283-288.
- Vurayai, R., V. Emongor, B. Moseki. 2011. Physiological responses of bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verde) to short periods of water stress during different developmental stages. *Asian J. Agric. Sci.* 3:37-43.